

Express Mail Label Number ER654097145US

Docket No. 2003DE411

Patent

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Docket: 2003DE411

Uwe Dahlmann, et al.

Serial No.: to be assigned

Filed: February 20, 2004

For: ADDITIVES FOR INHIBITING GAS HYDRATE FORMATION

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Mail Stop: Patent Application
Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

In accordance with 35 U.S.C. 119 and the International Convention, the priority and benefit of the filing date of the following foreign patent application mentioned in the declaration of this application is hereby claimed:

Country:	Germany
Application No.	103 07 729.4
Filing Date:	24 February 2003

The certified copy of the above-mentioned patent application is attached.

Respectfully submitted,



Richard P. Silverman, Reg. No. 36,277

(CUSTOMER NUMBER 25,255)

Clariant Corporation
Industrial Property Department
4000 Monroe Road
Charlotte, North Carolina 28205
Direct Dial: 704/331-7156
Facsimile: 704/331-7707



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 07 729.4
Anmeldetag: 24. Februar 2003
Anmelder/Inhaber: Clariant GmbH,
Frankfurt am Main/DE
Bezeichnung: Additive zur Inhibierung der Gashydratbildung
IPC: C 09 K 8/88

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Stremme', written over a horizontal line.

Stremme

Beschreibung

5 Additive zur Inhibierung der Gashydratbildung

- Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung eines Inhibitors und ein Verfahren zur Inhibierung von Keimbildung, Wachstum und/oder Agglomeration von Gashydraten, indem einem zur Hydratbildung neigenden, aus Wasser, Gas und ggf. 10 Kondensat bestehenden Mehrphasengemisch oder einer zur Gashydratbildung neigenden Bohrspülflüssigkeit eine wirksame Menge eines Inhibitors zugegeben wird, der mindestens eine quartäre Ammoniumverbindung enthält.

- Gashydrate sind kristalline Einschlussverbindungen von Gasmolekülen in Wasser, 15 die sich unter bestimmten Temperatur- und Druckverhältnissen (niedrige Temperatur und hoher Druck) bilden. Hierbei bilden die Wassermoleküle Käfigstrukturen um die entsprechenden Gasmoleküle aus. Das aus den Wassermolekülen gebildete Gittergerüst ist thermodynamisch instabil und wird erst durch die Einbindung von Gastmolekülen stabilisiert. Diese eisähnlichen 20 Verbindungen können in Abhängigkeit von Druck und Gaszusammensetzung auch über den Gefrierpunkt von Wasser (bis über 25 °C) hinaus existieren.

- In der Erdöl- und Erdgasindustrie sind insbesondere die Gashydrate von großer Bedeutung, die sich aus Wasser und den Erdgasbestandteilen Methan, Ethan, 25 Propan, Isobutan, n-Butan, Stickstoff, Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff bilden. Insbesondere in der heutigen Erdgasförderung stellt die Existenz dieser Gashydrate ein großes Problem dar, besonders dann, wenn Nassgas oder Mehrphasengemische aus Wasser, Gas und Alkangemischen unter hohem Druck niedrigen Temperaturen ausgesetzt werden. Hier führt die Bildung der Gashydrate 30 aufgrund ihrer Unlöslichkeit und kristallinen Struktur zur Blockierung verschiedenster Fördereinrichtungen, wie Pipelines, Ventilen oder Produktionseinrichtungen, in denen über längere Strecken bei niedrigeren Temperaturen Nassgas oder Mehrphasengemische transportiert werden, wie dies speziell in kälteren Regionen

der Erde oder auf dem Meeresboden vorkommt.

Außerdem kann die Gashydratbildung auch beim Bohrvorgang zur Erschließung neuer Gas- oder Erdöllagerstätten bei entsprechenden Druck- und

- 5 Temperaturverhältnissen zu Problemen führen, indem sich in den Bohrspülflüssigkeiten Gashydrate bilden.

Um solche Probleme zu vermeiden, kann die Gashydratbildung in Gaspipelines, beim Transport von Mehrphasengemischen oder in Bohrspülflüssigkeiten durch

- 10 Einsatz von größeren Mengen (mehr als 10 Gew.-% bezüglich des Gewichts der Wasserphase) niederen Alkoholen, wie Methanol, Glykol, oder Diethylenglykol unterdrückt werden. Der Zusatz dieser Additive bewirkt, dass die thermodynamische Grenze der Gashydratbildung zu niedrigeren Temperaturen und höheren Drücken hin verlagert wird (thermodynamische Inhibierung). Durch den Zusatz dieser
- 15 thermodynamischen Inhibitoren werden allerdings größere Sicherheitsprobleme (Flammpunkt und Toxizität der Alkohole), logistische Probleme (große Lagertanks, Recycling dieser Lösungsmittel) und dementsprechend hohe Kosten, speziell in der Offshore-Förderung, verursacht.

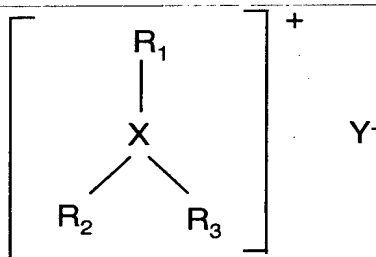
- 20 Heute versucht man deshalb, thermodynamische Inhibitoren zu ersetzen, indem man bei Temperatur- und Druckbereichen, in denen sich Gashydrate bilden können, Additive in Mengen $< 2\%$ zusetzt, die die Gashydratbildung entweder zeitlich hinauszögern (kinetische Inhibitoren) oder die Gashydratagglomerate klein und damit pumpbar halten, so dass diese durch die Pipeline transportiert werden können
- 25 (sog. Agglomerat-Inhibitoren oder Anti-Agglomerates). Die dabei eingesetzten Inhibitoren behindern entweder die Keimbildung und/oder das Wachstum der Gashydratpartikel, oder modifizieren das Hydratwachstum derart, dass kleinere Hydratpartikel resultieren.

- 30 Als Gashydratinhibitoren wurden in der Patentliteratur neben den bekannten thermodynamischen Inhibitoren eine Vielzahl monomerer als auch polymerer Substanzklassen beschrieben, die kinetische Inhibitoren oder Agglomeratinhibitoren darstellen. Von besonderer Bedeutung sind hierbei Polymere mit Kohlenstoff-

Backbone, die in den Seitengruppen sowohl cyclische (Pyrrolidon- oder Caprolactamreste) als auch acyclische Amidstrukturen enthalten.

EP-B-0 736 130 offenbart ein Verfahren zur Inhibierung von Gashydraten, welches

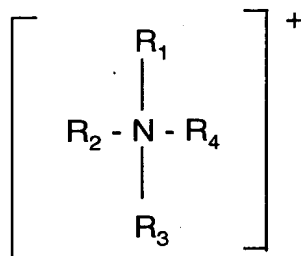
5 die Zuführung einer Substanz der Formel



mit $X = S, N - R_4$ oder $P - R_4$, R_1, R_2 und $R_3 =$ Alkyl mit mindestens 4

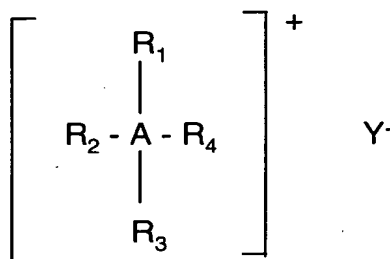
10 Kohlenstoffatomen, $R_4 = H$ oder ein organischer Rest, und $Y =$ Anion erfordert.

Umfasst werden also Verbindungen der Formel



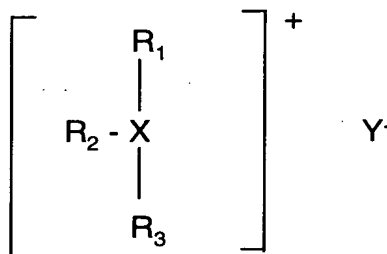
15 worin R_4 ein beliebiger Rest sein kann, die Reste R_1 bis R_3 aber Alkylreste mit mindestens 4 Kohlenstoffatomen darstellen müssen.

EP-B-0 824 631 offenbart ein Verfahren zur Inhibierung von Gashydraten, welches die Zuführung einer Substanz der Formel



mit R_1, R_2 = gerade/verzweigte Alkylreste mit 4 oder 5 Kohlenstoffatomen, R_3, R_4 = organische Reste mit mindestens 8 Kohlenstoffatomen und A = Stickstoff oder
 5 Phosphor erfordert. Y^- ist ein Anion. Es müssen zwei der Reste R_1 bis R_4 gerade oder verzweigte Alkylreste mit 4 oder 5 Kohlenstoffatomen sein.

US-5 648 575 offenbart ein Verfahren zur Inhibierung von Gashydraten. Das
 Verfahren umfasst die Verwendung einer Verbindung der Formel



worin R^1, R^2 gerade oder verzweigte Alkylgruppen mit mindestens 4
 Kohlenstoffatomen, R^3 ein organischer Rest mit mindestens 4 Atomen, X Schwefel,
 15 NR^4 oder PR^4 , R^4 Wasserstoff oder ein organischer Rest, und Y ein Anion sind. Das
 Dokument offenbart nur solche Verbindungen, die mindestens zwei Alkylreste mit
 mindestens 4 Kohlenstoffatomen aufweisen.

US-6 025 302 offenbart Polyetheraminammoniumverbindungen als

20 Gashydratinhibitoren, deren Ammoniumstickstoffatom neben der Polyetheraminkette
 3 Alkylsubstituenten trägt.

WO-99/13197 offenbart Ammoniumverbindungen als Gashydratinhibitoren, die
 wenigstens eine mit Alkylcarbonsäuren veresterte Alkoxygruppe besitzen. Die

Vorteile einer Verwendung von Dicarbonsäurederivaten ist nicht offenbart.

WO-01/09082 offenbart ein Verfahren zur Herstellung von quartären Amininen, die jedoch keine Alkoxygruppen tragen, und deren Verwendung als

5 Gashydratinhibitoren.

WO-00/078 706 offenbart quartäre Ammoniumverbindungen als Gashydratinhibitoren, die jedoch keine Carbonylreste tragen.

10 EP-B-0 914 407 offenbart die Verwendung von trisubstituierten Aminoxyden als Gashydratinhibitoren.

DE-C-10114638 und DE-C-19920152 beschreiben die Verwendung von modifizierten Ethercarbonsäureamiden als Gashydratinhibitoren. Die Verwendung von quaternierten Ethercarbonsäurederivaten ist nicht offenbart.

15

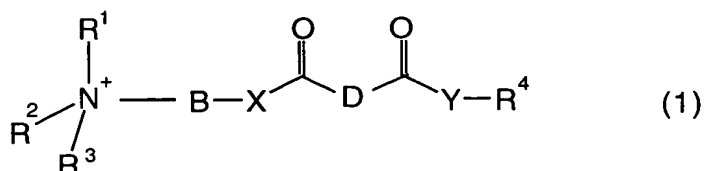
Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, verbesserte Additive zu finden, die sowohl die Bildung von Gashydraten verlangsamen (kinetische Inhibitoren) als auch Gashydratagglomerate klein und pumpbar halten (Anti-Agglomerates), um so ein breites Anwendungsspektrum mit hohem Wirkpotential zu gewährleisten. Des weiteren sollten die derzeit verwendeten thermodynamischen Inhibitoren (Methanol und Glykole), die beträchtliche Sicherheitsprobleme und Logistikprobleme verursachen, ersetzt werden können.

20

Es wurde nun überraschenderweise gefunden, dass quartäre Alkylamino-alkylester bzw. quartäre Alkylamino-alkylamide, gegebenenfalls enthaltend quartäre Alkylamino-alkylimide, von Dicarbonsäuren eine ausgezeichnete Wirkung als Gashydratinhibitoren aufweisen, sowie eine gute biologische Abbaubarkeit zeigen.

25

30 Gegenstand der Erfindung ist somit die Verwendung von Verbindungen der Formel (1)



worin

R^1, R^2 unabhängig voneinander C_1 - bis C_{22} -Alkyl, C_2 - bis C_{22} -Alkenyl, C_6 - bis C_{30} -Aryl- oder C_7 - bis C_{30} -Alkylaryl,

R^3 C_1 - bis C_{22} -Alkyl, C_2 - bis C_{22} -Alkenyl, C_6 - bis C_{30} -Aryl- oder C_7 - bis C_{30} -Alkylaryl, $-\text{CHR}^5-\text{COO}^-$ oder $-\text{O}^-$,

R^4 M, Wasserstoff oder einen gegebenenfalls Heteroatome enthaltenden organischen Rest mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen,

B eine gegebenenfalls substituierte C_1 - bis C_{30} -Alkylengruppe,

D einen gegebenenfalls Heteroatome enthaltenden organischen Rest mit 1 bis 600 Kohlenstoffatomen,

X, Y unabhängig voneinander O oder NR^6 ,

R^5, R^6 unabhängig voneinander Wasserstoff, C_1 - bis C_{22} -Alkyl, C_2 - bis C_{22} -Alkenyl, C_6 - bis C_{30} -Aryl- oder C_7 - bis C_{30} -Alkylaryl, und

M ein Kation

bedeuten, als Gashydratinhibitoren.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Inhibierung von Gashydraten, indem einem zur Bildung von Gashydraten neigenden System aus Wasser und Kohlenwasserstoffen mindestens eine Verbindung der Formel (1) zugesetzt wird.

Kohlenwasserstoffe im Sinne dieser Erfindung sind organische Verbindungen, die Bestandteile des Erdöls/Erdgases sind, und deren Folgeprodukte.

Kohlenwasserstoffe im Sinne dieser Erfindung sind auch leichtflüchtige

Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise Methan, Ethan, Propan, Butan. Für die

Zwecke dieser Erfindung zählen dazu auch die weiteren gasförmigen Bestandteile

des Erdöls/Erdgases, wie etwa Schwefelwasserstoff und Kohlendioxid.

B kann geradkettig oder verzweigt sein und steht vorzugsweise für eine C₂- bis C₄-Alkylengruppe, insbesondere für eine Ethylen- oder Propylengruppe. B kann gegebenenfalls mit funktionellen Gruppen substituiert sein, vorzugsweise mit einer oder mehreren OH-Gruppen.

5

R¹ und R² stehen vorzugsweise unabhängig voneinander für eine Alkyl- oder Alkenylgruppe von 2 bis 14 Kohlenstoffatomen; insbesondere für solche Gruppen mit 3 bis 8 Kohlenstoffatomen und speziell für Butyl-Gruppen.

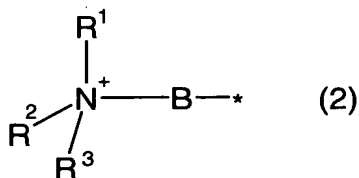
10 R³ steht vorzugsweise für eine Alkyl- oder Alkenylgruppe mit 1 bis 12 Kohlenstoffatomen, insbesondere mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen.

R⁵ und R⁶ stehen vorzugsweise für Wasserstoff.

15 R⁴ kann ein beliebiger organischer Rest sein, der 1 bis 100 C-Atome enthält, und der gegebenenfalls Heteroatome enthalten kann. Enthält R⁴ Heteroatome, so handelt es sich vorzugsweise um Stickstoff- oder Sauerstoffatome oder beides, vorzugsweise um beides. Die Stickstoffatome können in quaternierter Form vorliegen.

20

R⁴ steht vorzugsweise für einen Rest der Formel (2)



25 worin R¹, R², R³ und B die bereits oben angegebenen Bedeutungen mit den jeweils weiter oben für R¹, R², R³ und B angegebenen Vorzugsbereichen haben.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst R⁴ Wasserstoff, der sowohl kovalent gebunden als auch dissoziiert vorliegen kann.

30 D kann ein beliebiger bivalenter organischer Rest sein, der 1 bis 600 C-Atome

enthält, und der gegebenenfalls Heteroatome enthalten kann. Die Verknüpfung der beiden Carbonylfunktionen mit D erfolgt vorzugsweise jeweils über eine freie Valenz einer Alkyl- bzw. Alkenylgruppe an beliebiger Stelle von D.

- 5 Enthält D keine Heteroatome, so handelt es sich vorzugsweise um eine C₂- bis C₅₀-Alkylen- oder C₂- bis C₅₀-Alkenylen-Gruppe, die geradkettig oder verzweigt sein kann, und die sich von gesättigten und/oder ungesättigten Dicarbonsäuren, wie Adipinsäure, Bernsteinsäure, Maleinsäure bzw. Malonsäure, besonders bevorzugt von Fettsäuren, wie Dimerfettsäure und Trimerfettsäuren, ableiten.

10

In einer weiteren besonderen Ausführungsform steht D für C₆- bis C₅₀-Aryl- bzw. Alkylaryl-Reste, insbesondere für Reste, die sich von Benzendicarbonsäuren, besonders bevorzugt von Terephthalsäure (Benzen-1,4-dicarbonsäure) ableiten.

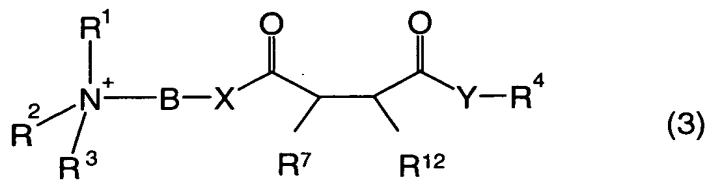
- 15 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform leitet sich D von substituierten Bernsteinsäurederivaten mit 10 bis 100 Kohlenstoffatomen ab. Der Substituent des Bernsteinsäurederivats steht vorzugsweise für eine C₂- bis C₉₀-Alkylen- oder C₂- bis C₉₀-Alkenylen-Gruppe, die als Oligomer von C₂- bis C₈-Alkenen erhältlich ist, und geradkettig oder verzweigt sein kann, und sich insbesondere von Ethylen, Propylen und Butylen ableitet.

20

Enthält D Heteroatome, so handelt es sich vorzugsweise um Stickstoff- oder Sauerstoffatome oder beides, vorzugsweise um beides. Die Stickstoffatome können in quaternierter Form vorliegen.

25

D steht vorzugsweise für einen Rest der Formel (3)



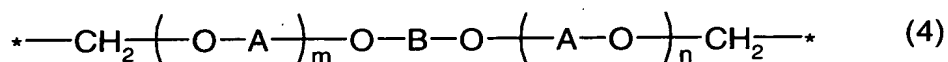
worin

R^7 und R^{12} entweder Wasserstoff oder einen C_2 - bis C_{100} -Alkyl- oder C_2 - bis C_{100} -

- 5 Alkenyl-Rest, der als Oligomer von C_2 - bis C_8 -Alkenen erhältlich ist und geradkettig oder verzweigt sein kann, und insbesondere von Ethylen, Propylen und Butylen abgeleitet ist, bedeuten, mit der Maßgabe, dass genau einer der Reste R^7 und R^{12} für Wasserstoff steht. R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , X, Y und B haben die bereits oben angegebenen Bedeutungen mit den jeweils oben für R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , X, Y und B angegebenen Vorzugsbereichen.

Bei den bevorzugten Ausführungsformen von D gemäß Formel (3) erfolgt die Verknüpfung von D gemäß Formel (1) über jeweils eine Valenz eines Alkyl- bzw. Alkenylrests an beliebiger Stelle von R^7 bzw. R^{12} .

15 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform steht D für Alkoxylate der Formel (4)



worin A für eine C_2 - bis C_4 -Alkylengruppe, die geradkettig oder verzweigt sein kann und vorzugsweise für eine Ethylen- oder Propylengruppe steht, insbesondere eine Ethylengruppe, m und n unabhängig voneinander eine Zahl zwischen 0 und 30 bedeuten und B die bereits oben angegebene Bedeutung mit den jeweils für B angegebenen Vorzugsbereichen hat.

Bei den durch $(\text{O}-\text{A})_m$ bzw. $(\text{A}-\text{O})_n$ bezeichneten Alkoxygruppen kann es sich auch um gemischte Alkoxygruppen handeln.

M steht für ein ein- oder mehrwertiges Kation, vorzugsweise Metallion, besonders

bevorzugt Alkali- oder Erdalkalimetallionen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform steht M für ein Ammoniumion der Formel $N^+R^8R^9R^{10}R^{11}$, worin R^8 , R^9 , R^{10} und R^{11} unabhängig voneinander

- 5 Wasserstoff oder einen beliebigen organischen Rest, der 1 bis 100 C-Atome enthält, und der gegebenenfalls Heteroatome enthalten kann, bedeuten. Enthalten R^8 , R^9 , R^{10} und/oder R^{11} Heteroatome, so handelt es sich vorzugsweise um Stickstoff- oder Sauerstoffatome oder beides, vorzugsweise um beides. Die Stickstoffatome können in quaternierter Form vorliegen.

10

Steht R^3 für C_1 - bis C_{22} -Alkyl, C_2 - bis C_{22} -Alkenyl bzw. C_6 - bis C_{30} -Alkylaryl, so sind als Gegenionen für die Verbindungen gemäß Formel (1) bis (4) alle Anionen geeignet, die die Löslichkeit der Verbindungen der Formel (1) bis (4) in den organisch-wässrigen Mischphasen nicht beeinträchtigen. Solche Gegenionen sind

15 beispielsweise Methylsulfationen (Methosulfat) oder Halogenidionen.

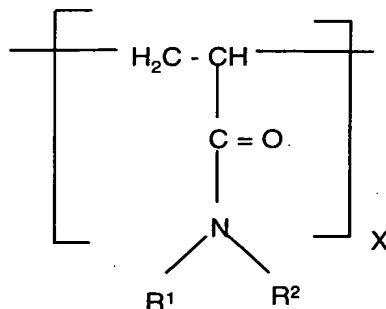
Steht R^3 für Reste $-\text{CHR}^5-\text{COO}^-$ bzw. $-\text{O}^-$, so sind die Verbindungen der Formel (1) bis (4) Betaine bzw. Aminoxide und besitzen als innere Salze (Ampholyte) ein intramolekulares Gegenion.

20

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können alleine oder in Kombination mit anderen bekannten Gashydratinhibitoren eingesetzt werden. Im allgemeinen wird man dem zur Hydratbildung neigenden System soviel des erfindungsgemäßen Gashydratinhibitors zusetzen, dass man unter den gegebenen Druck- und

- 25 Temperaturbedingungen eine ausreichende Inhibierung erhält. Die erfindungsgemäßen Gashydratinhibitoren werden im allgemeinen in Mengen zwischen 0,01 und 5 Gew.-% (bezogen auf das Gewicht der wässrigen Phase), entsprechend 100 - 50.000 ppm, vorzugsweise 0,02 bis 1 Gew.-% verwendet. Werden die erfindungsgemäßen Gashydratinhibitoren in Mischung mit anderen
- 30 Gashydratinhibitoren verwendet, so beträgt die Konzentration der Mischung 0,01 bis 2 bzw. 0,02 bis 1 Gew.-% in der wässrigen Phase.

- Besonders geeignet als Gashydratinhibitoren und somit eine bevorzugte Ausführungsform dieser Erfindung sind Mischungen der Verbindungen gemäß Formel (1) bis (4) mit einem oder mehreren Polymeren mit einem durch Polymerisation erhaltenen Kohlenstoff-Backbone und Amidbindungen in den
- 5 Seitenketten. Hierzu zählen besonders Polymere wie Polyvinylpyrrolidon, Polyvinylcaprolactam, Polyisopropylacrylamid, Polyacryloylpyrrolidin, Copolymere aus Vinylpyrrolidon und Vinylcaprolactam, Copolymere aus Vinylcaprolactam und N-Methyl-N-Vinylacetamid sowie Terpolymere von Vinylpyrrolidon, Vinylcaprolactam und weiteren anionischen, kationischen und neutralen Comonomeren mit vinyli-
- 10 Doppelbindung wie 2-Dimethylaminomethacrylat, 1-Olefinen, N-Alkylacrylamiden, N-Vinylacetamid, Acrylamid, Natrium-2-acrylamido-2-methyl-1-propansulfonat (AMPS) oder Acrylsäure. Weiterhin sind auch Mischungen mit Homo- und Copolymeren von N,N-Dialkylacrylamiden wie N-Acryloylpyrrolidin, N-Acryloylmorpholin und N-Acryloylpiperidin oder N-Alkylacrylamiden wie Isopropylacrylamid sowie Homo- als
- 15 auch Copolymere von alkoxyalkylsubstituierte (Meth)Acrylsäureester geeignet. Ebenfalls sind Mischungen mit Alkylpolyglykosiden, Hydroxyethylcellulose, Carboxymethylcellulose sowie anderen ionischen oder nichtionischen Tensidmolekülen geeignet.
- 20 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die erfindungsgemäßen Gashydratinhibitoren in Mischung mit Polymeren verwendet, die in WO-A-96/08672 offenbart sind. Es handelt sich bei diesen Polymeren um solche, die Struktureinheiten der Formel



25

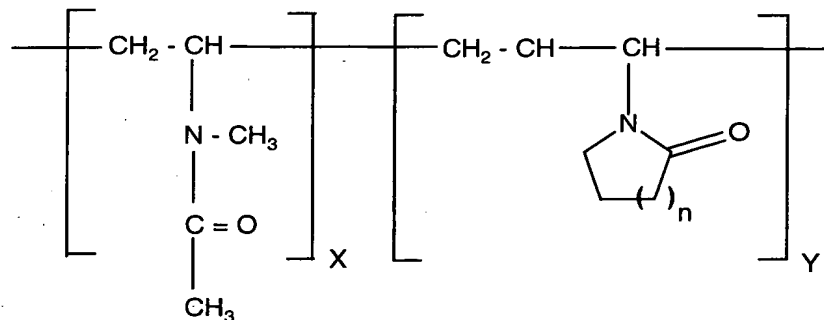
aufweisen, worin R^1 für eine Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen und 0 bis 4 Heteroatomen, ausgewählt aus N, O und S,

- R^2 für eine Kohlenwasserstoffgruppe gleicher Definition wie R^1 , und
 X für die durchschnittliche Zahl der sich wiederholenden Einheiten steht, wobei
 letztere so bemessen ist, daß das Polymer ein Molekulargewicht von 1000 bis
 6 000 000 aufweist. Für die Verwendung im Umfang vorliegender Erfindung sind
 5 Polyisopropylacrylamide und Polyacryloylpyrrolidine besonders gut geeignet.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die
 erfindungsgemäßen Gashydratinhibitoren in Mischung mit Polymeren verwendet, die
 in WO-A-96/41785 offenbart sind.

10

Dieses Dokument offenbart Gashydratinhibitoren, umfassend Struktureinheiten



- worin n eine Zahl von 1 bis 3 ist, und x und y die Zahl der repetitiven Einheiten
 15 darstellen, die so bemessen ist, daß das Molekulargewicht des Polymeren zwischen
 1000 und 6 000 000 liegt. Für die Verwendung im Umfang vorliegender Erfindung
 sind Copolymere aus N-Vinylcaprolactam und N-Vinyl-N-Methylacetamid oder
 Vinylpyrrolidon besonders gut geeignet.

- 20 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die
 erfindungsgemäßen Gashydratinhibitoren in Mischung mit anderen Polymeren
 verwendet, die in WO-A-94/12761 offenbart sind. Das Dokument offenbart Additive
 zur Verhinderung der Bildung von Gashydraten, welche Polymere, umfassend
 cyclische Substituenten mit 5 bis 7 Ringgliedern, enthalten. Für die Verwendung im
 25 Umfang vorliegender Erfindung sind insbesondere Polyvinylcaprolactam,
 Polyvinylpyrrolidon und Hydroxyethylcellulose geeignet.

Besonders geeignet sind auch Mischungen der erfindungsgemäßen Polymere mit Gashydratinhibitoren auf Maleinsäureanhydridbasis, wie sie in WO-A-97/6506 beschrieben sind, insbesondere mit Mono- und oder Diaminen umgesetzten Maleinsäureanhydridcopolymeren. Hierunter sind insbesondere modifizierte

5 Vinylacetat-Maleinsäureanhydrid-Copolymere besonders bevorzugt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die erfindungsgemäßen Gashydratinhibitoren in Mischung mit anderen Polymeren verwendet, die in DE-C-10059816 offenbart sind. Das Dokument offenbart Additive zur Verhinderung der Bildung von Gashydraten, welche Polymere, umfassend

10 Homo- als auch Copolymere, die alkoxyalkylsubstituierte (Meth)Acrylsäureester enthalten.

Werden Mischungen verwendet, so betragen die Konzentrationsverhältnisse zwischen den erfindungsgemäßen Gashydratinhibitoren und den zugemischten

15 Komponenten von 90:10 bis 10:90 Gewichtsprozente, vorzugsweise werden Mischungen in den Verhältnissen 75:25 bis 25:75, und insbesondere von 60:40 bis 40:60 verwendet.

Die Verbindungen können, ebenso wie ihre Mischungen mit anderen Gashydratinhibitoren, bei der Erdöl- und Erdgasförderung oder der Bereitung von Bohrspülungen mittels gängiger Ausrüstung, wie Injektionspumpen o.ä. dem für die Hydratbildung anfälligen Mehrphasengemisch zugegeben werden, aufgrund der

20 guten Löslichkeit der erfindungsgemäßen Polymere ist eine schnelle und gleichmäßige Verteilung des Inhibitors in der zur Hydratbildung neigenden Wasserphase bzw. der Kondensatphase gegeben.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen werden vorzugsweise zur Anwendung als Gashydratinhibitoren in alkoholischen Lösungsmitteln wie wasserlösliche

30 Monoalkohole, z.B. Methanol, Ethanol, Propanol, Butanol, sowie oxethylierten Monoalkoholen, wie Butylglykol, Isobutylglykol, Butyldiglykol und Polyglykole gelöst.

Desweiteren wurde überraschend gefunden, dass die erfindungsgemäßen

- Verbindungen entsprechend Formel (1) bis (4) als Korrosionsinhibitoren wirken. Eine zusätzliche Additivierung mit Korrosionsinhibitoren ist somit gegebenenfalls nicht mehr nötig, so dass aufwendiges Formulieren unter Berücksichtigung der Verträglichkeit von Gashydratinhibitor und Korrosionsschutzkomponente für den Anwender entfällt.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können dadurch hergestellt werden, dass man substituierte Aminoalkohole oder substituierte Alkylendiamine mit Dicarbonsäurederivaten zu den entsprechenden Mono- oder Dicarbonsäureestern bzw. Mono- oder Dicarbonsäureamiden, gegebenenfalls zu zyklischen Dicarbonsäureimiden, gemäß den Umsetzungsverhältnissen umsetzt. Anschließend wird mit geeigneten Alkylierungsmitteln quaterniert.

Basis der verwendeten Aminoalkohole sind Dialkylamine mit C₁- bis C₂₂-Alkylresten oder C₂- bis C₂₂-Alkenylresten, bevorzugt C₃- bis C₈-Dialkylamine, die nach Stand der Technik in die entsprechenden Dialkylamino-alkohole überführt werden können. Geeignete Dialkylamine sind beispielsweise Di-n-butylamin, Diisobutylamin, Dipentylamin, Dihexylamin, Dioctylamin, Dicyclopentylamin, Dicyclohexylamin, Diphenylamin, Dibenzylamin.

Basis der verwendeten Alkylendiamine sind im wesentlichen Dialkylamino-alkylenamine mit C₁- bis C₂₂-Alkylresten oder C₂- bis C₂₂-Alkenylresten, bevorzugt tertiäre C₁- bis C₈-Dialkylamino-alkylenamine. Besonders geeignet sind beispielsweise N,N-Dibutylaminopropylamin, N,N-Diethylaminopropylamin, N,N-Dimethylamino-propylamin, N,N-Dimethylaminobutylamin, N,N-Dimethylaminohexylamin, N,N-Dimethylaminodecylamin, N,N-Dibutylaminoethylamin und N,N-Dimethylamino-2-hydroxypropylamin.

Die Herstellung Dialkylamino-alkylenamine ist im Stand der Technik beschrieben.

Basis der verwendeten Dicarbonsäurederivate sind freie Dicarbonsäuren, Dicarbonsäurediester, Dicarbonsäureanhydride und Dicarbonsäurehalogenide, bevorzugt Diester und Anhydride. Besonders geeignet sind Anhydride,

beispielsweise Maleinsäureanhydrid, Bernsteinsäureanhydrid, Phthalsäureanhydrid und Alkenylbersteinsäureanhydride.

Die Herstellung von Alkenylbernsteinsäureanhydriden durch thermische oder katalysierte "En"-Reaktion ist im Stand der Technik beschrieben. Dabei werden Olefine, bevorzugt Olefine mit terminaler Doppelbindung, mit Maleinsäureanhydrid unter erhöhten Temperaturen umgesetzt. In Abhängigkeit von der Reaktionsführung, von der Art des verwendeten Olefins und vom verwendeten Molverhältnis werden Mono- und/oder Bisaddukte, gegebenenfalls Polyaddukte erhalten.

10

Die der Erfindung zugrundeliegenden Etherdicarbonsäuren können auf bekannten Wegen entweder durch Umsetzung der endständigen $\text{-CH}_2\text{OH}$ -Funktion eines mit Alkylenoxid beaufschlagten Diols zur Carbonsäure durch Alkylierung mit Chloressigsäurederivaten nach der Williamsonschen Ether-Synthese oder durch Oxidation hergestellt werden.

Als geeignete Basisalkohole sind besonders bevorzugt C2-C30 Diole, wie Ethylenglykol, Propandiole und Butandiole, die mit Alkylenoxiden wie Ethylenoxid, Propylenoxid oder Butylenoxid oder Mischungen davon zu entsprechenden Glykoether umgesetzt werden, besonders bevorzugt ist Ethylenoxid. Die Produkte werden bevorzugt mit 1-30 mol Alkylenoxid, bevorzugt 2-6 Mol Ethylenoxid umgesetzt.

Werden Mischungen der Alkylenoxide verwendet, können die resultierenden Alkylenglykol-alkylethern die Alkylenglykoleinheiten in statisch geregelter Abfolge und/oder als Blockoligomere enthalten.

Die Etherdicarbonsäuren werden aus diesen Alkylenglykol-alkylethern durch Oxidation mit Luftsauerstoff unter Anwesenheit von Katalysatoren oder durch Oxidation mit Hypochlorit oder Chlorit mit und ohne Katalysatoren hergestellt.

Besonders bevorzugt ist aber die Alkylierung der Alkylenglykol-alkylethern mit Chloressigsäurederivaten, bevorzugt mit Natriumchloracetat und Natronlauge nach

- der Williamson-Methode. Die freie Carbonsäure wird aus dem alkalischen Alkylierungsgemisch durch Ansäuern mit Mineralsäure (Salz-, Schwefelsäure) und Erhitzen über den Trübungspunkt und Abtrennen der organischen Phase erhalten.
- 5 Die Dicarbonsäurederivate werden im allgemeinen mit den Aminoalkoholen bzw. Alkylendiamine bei 60 – 240 °C, bevorzugt bei 120 – 200 °C derart umgesetzt, dass gegebenenfalls in Abhängigkeit vom verwendeten Dicarbonsäurederivat unter Eliminierung von Reaktionswasser oder von Alkohol eine vollständige Kondensation zum entsprechenden Mono- oder Dicarbonsäureestern bzw. Mono- oder
- 10 Dicarbonsäureamiden, gegebenenfalls zu zyklischen Dicarbonsäureimiden, erfolgt. Der Umsetzungsgrad kann durch die Bestimmung der Säurezahl, Verseifungszahl und/oder durch die Bestimmung des Basen- und/oder Amidstickstoffs verfolgt werden.
- 15 Die Umsetzung erfolgt in Substanz, kann aber auch bevorzugt in Lösung durchgeführt werden. Insbesondere bei der Verwendung von Carbonsäuren ist die Verwendung von Lösemitteln erforderlich, wenn hohe Umsätze und niedrigere Säurezahlen von den resultierenden Umsetzungsprodukten angestrebt werden. Geeignete Lösemittel für die Herstellung sind organische Verbindungen, durch die
- 20 das Reaktionswasser azeotrop entfernt wird. Insbesondere können aromatische Lösemittel oder Lösemittelgemische, oder Alkohole verwendet werden. Besonders bevorzugt ist 2-Ethylhexanol. Die Reaktionsführung erfolgt dann beim Siedepunkt des Azeotrops.
- 25 Bei der Herstellung von Dicarbonsäurediamiden werden bevorzugt Dicarbonsäurediester und ein Überschuss des entsprechenden Amins verwendet, der mit dem frei werdenden Alkohol oder im Anschluss an die Umsetzung destillativ entfernt werden kann. Bei Verwendung von Dicarbonsäureanhydriden wird bevorzugt iterativ mit einem geeigneten Alkohol vollständig verestert und dann amidiert. Geeignete
- 30 Alkohole sind z.B. Ethanol, Propanol, iso-Propanol oder 2-Ethylhexanol. Besonders bevorzugt ist 2-Ethylhexanol.

Bei der Herstellung der Amide fallen gegebenenfalls die entsprechenden zyklischen

- Dicarbonsäureimide als Nebenprodukte an, die umfaßt sind.

Gemäß dem Stand der Technik können die Veresterungen bzw. Amidierungen durch Zugabe geeigneter saurer Katalysatoren mit einem pK_a -Wert von kleiner
5 gleich 5, wie z.B. Mineralsäuren oder Sulfonsäuren, beschleunigt werden. Besonders bevorzugt sind Alkylstannansäuren.

Für die Herstellung der erfindungsgemäßen Verbindungen werden in einem anschließenden Reaktionsschritt die Alkylamino-alkylester bzw. Alkylamino-
10 alkylamide, gegebenenfalls Alkylamino-alkylimide, entsprechend quaterniert. Die Quaternierung kann durch entsprechende Alkylierungsmittel bei 50 bis 150°C erfolgen. Geeignete Alkylierungsmittel stellen Alkylhalogenide und Alkylsulfate dar, bevorzugt Methylchlorid, Methyljodid, Butylbromid und Dimethylsulfat.

15 Für die Herstellung der erfindungsgemäßen Betaine wird mit einer Halogencarbonsäure und einer Base, bevorzugt Chloressigsäure und Natriumhydroxid umgesetzt. Dies kann geschehen, indem man die Alkylaminoamide und/oder Alkylaminoimide mit 50 bis 125 Mol-% Halogencarbonsäure bei 40°C vorlegt und bei 40 bis 100°C durch einmalige oder portionierte Zugabe der Base und
20 der zu 125 Mol-% verbleibenden Restmenge Halogencarbonsäure umsetzt.

Als basische Verbindungen können Erdalkali-/Alkalimetallhydroxide oder -alkoholate
(Natriummethylat, Natriumethylat, Kalium-tert.-butylat) verwendet werden, bevorzugt
sind aber Alkalimetallhydroxide, besonders Natriumhydroxid oder Kaliumhydroxid,
25 insbesondere deren wässrigen Lösungen.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Aminoxyde erfolgt nach bekannten Verfahren des Standes der Technik, vorzugsweise durch Oxidation der entsprechenden tertiären Amingruppe mit Peroxiden oder Persäuren, bevorzugt mit
30 Wasserstoffperoxid.

Die Umsetzungen zu den quartären Alkylamino-alkylestern bzw. Alkylamino-alkylamiden erfolgen in Substanz, können aber auch bevorzugt in Lösung

durchgeführt werden. Geeignete Lösemittel für die Herstellung der Quats, Betaine und Aminoxide sind inerte Alkohole wie Isopropanol, 2-Ethylhexanol oder inerte Ether wie Tetrahydrofuran, Glyme, Diglyme und MPEGs.

- 5 In Abhängigkeit von den gegebenen Anforderungen kann das verwendete Lösemittel im erfindungsgemäßen Produkt verbleiben oder muss destillativ entfernt werden.

Beispiele:

10

- a) Allgemeine Vorschrift für die Herstellung der Alkylamino-alkylester aus Dicarbonsäureanhydriden

In einer Rührapparatur mit Rückflusskühler wurden 0,3 mol des entsprechenden Anhydrids (gemäß Verseifungszahl) unter Stickstoffspülung vorgelegt und auf 60 °C erwärmt. Dann wurden 0,3 mol (bzw. 0,6 mol) des entsprechenden Aminoalkohols (gemäß OH-Zahl) über 0,5 Stunde zugetropft, wobei sich die Reaktionsmischung auf ca. 70 °C erwärmte. Bei der Herstellung der Monoester wurde die Reaktionsmischung 5 h bei 60 °C nachgerührt, bei der Herstellung der Diester 0,5 h bei 60 °C nachgerührt, anschließend auf 180 °C erwärmt und bei dieser Temperatur 5 h Reaktionswasser abdestilliert. Abschließend wurde 2 h bei 200 °C und 200 mbar das Reaktionswasser entfernt, bis eine Säurezahl (SZ) kleiner 10 mg KOH/g erreicht war.

25

Beispiel 1 (Tetrapropylenbernsteinsäure-N,N-dibutylamino-N-ethylester)
Aus 87,8 g Tetrapropylenbernsteinsäureanhydrid (VZ = 383,3 mg KOH/g) und 52,0 g Dibutylaminethanol (DBAE; OHZ = 323,8 mg KOH/g) wurden 139 g Tetrapropylenbernsteinsäure-N,N-dibutylamino-N-ethylester mit SZ = 133,4 mg KOH/g und bas.-N = 2,93 % erhalten.

Beispiel 2 (Tetrapropylenbernsteinsäure-bis[N,N-dibutylamino-N-ethylester])
Aus 87,8 g Tetrapropylenbernsteinsäureanhydrid (VZ = 383,3 mg KOH/g) und

104,0 g Dibutylaminethanol (DBAE; OHZ = 323,8 mg KOH/g) wurden 191 g Tetrapropylenbernsteinsäure-bis[N,N-dibutylamino-N-ethylester] mit SZ = 7,1 mg KOH/g, VZ = 142,4 mg KOH/g und bas.-N = 4,34 % erhalten.

- 5 b) Allgemeine Vorschrift für die Herstellung der Alkylamino-alkyldieester aus Etherdicarbonsäuren

In einer Rührapparatur mit Destillationsbrücke wurden 0,3 mol der entsprechenden Etherdicarbonsäure (gemäß Verseifungszahl), 0,6 mol des entsprechenden Aminoalkohols (gemäß OH-Zahl) und 0,5 Gew.-% p-Toluolsulfonsäure unter Stickstoffspülung vorgelegt und kontinuierlich auf 160 °C erwärmt. Bei dieser Temperatur wurde über 4 h Reaktionswasser abdestilliert. Abschließend wurde die Destillation bei 200 °C und 150 mbar fortgesetzt und das Reaktionswasser so lange entfernt, bis eine Säurezahl (SZ) kleiner 10 mg KOH/g erreicht war.

Beispiel 3 (Polyglykoldicarbonsäure-bis[N,N-dibutylamino-N-ethylester])

Aus 212,9 g Polyglykoldicarbonsäure (VZ = 158,1 mg KOH/g) und 104,0 g Dibutylaminoethanol (DBAE, OHZ = 323,8 mg KOH/g) wurden ca. 294 g Polyglykoldicarbonsäure-bis[N,N-dibutylamino-N-ethylester] mit SZ = 6,8 mg KOH/g, VZ = 96,1 mg KOH/g und bas.-N = 2,51 % erhalten.

Beispiel 4 (3,6,9-Trioxa-undecandisäure-bis[N,N-dibutylamino-N-tri(ethoxy)ethylester])

Aus 78,8 g 3,6,9-Trioxa-undecandisäure (VZ = 427,3 mg KOH/g) und 104,0 g Dibutylaminoethanol (DBAE, OHZ = 323,8 mg KOH/g) wurden ca. 167 g 3,6,9-Trioxa-undecandisäure-bis[N,N-dibutylamino-N-ethylester] mit SZ = 8,3 mg KOH/g, VZ = 158,3 mg KOH/g und bas.-N = 4,45 % erhalten.

- d) Allgemeine Vorschrift für die Quaternierung mit Dimethylsulfat

In einer Rührapparatur wurden 0,2 mol (nach bas.-N) des entsprechenden Amins unter Stickstoffspülung vorgelegt und auf 60 °C erwärmt. Dazu wurden 0,19 mol Dimethylsulfat so zugetropft, dass die Reaktionstemperatur 80-90 °C nicht

übersteigt. Die Reaktionsmischung wurde anschließend 3 h bei 90° C nachgerührt. Nach dieser Vorschrift wurden die Verbindungen, beschrieben durch die Beispiele 1 bis 4 quaternisiert (Beispiele 5 bis 8, wie in Tabelle 1 und 2 aufgeführt).

5 Beispiel 9

Polyvinylcaprolactam mit MW 5000 g/mol werden im Verhältnis 1:1 mit dem durch Beispiel 7 beschriebenen Quat aus Beispiel 3 vermischt und in Butyldiglykol eingestellt.

10 Beispiel 10

Polyvinylcaprolactam mit MW 5000 g/mol werden im Verhältnis 1:1 mit dem durch Beispiel 8 beschriebenen Quat aus Beispiel 4 vermischt und in Butyldiglykol eingestellt.

15 Wirksamkeit der erfindungsgemäßen Verbindungen als Gashydratinhibitoren

Zur Untersuchung der inhibierenden Wirkung der erfindungsgemäßen Verbindungen wurde ein Stahl-Rührautoklav mit Temperatursteuerng, Druck- und Drehmomentaufnehmer mit 450 ml Innenvolumen benutzt. Für Untersuchungen zur kinetischen Inhibierung wurde der Autoklav mit destilliertem Wasser und Gas im Volumenverhältnis 20:80 gefüllt, für Untersuchungen der Agglomeratinhibierung wurde zusätzlich Kondensat zugegeben. Abschließend wurde bei unterschiedlichen Drücken Erdgas aufgepresst.

25 Ausgehend von einer Anfangstemperatur von 17,5 °C wurde innerhalb von 2 h auf 2 °C abgekühlt, dann 18 h bei 2 °C gerührt und innerhalb von 2 h wieder auf 17,5 °C aufgeheizt. Dabei wird zunächst eine Druckabnahme gemäß der thermischen Kompression des Gases beobachtet. Tritt während der Unterkühlzeit die Bildung von Gashydratkeimen auf, so verringert sich der gemessene Druck, wobei ein Anstieg des gemessenen Drehmoments und ein leichter Anstieg der Temperatur zu beobachten ist. Weiteres Wachstum und zunehmende Agglomeration der Hydratkeime führen ohne Inhibitor schnell zu einem weiteren Anstieg des Drehmomentes. Beim Erwärmen des Gemisches zerfallen die Gashydrate, so dass

man den Anfangszustand der Versuchsreihe erreicht.

Als Maß für die inhibierende Wirkung der erfindungsgemäßen Verbindungen wird die Zeit vom Erreichen der Minimaltemperatur von 2 °C bis zur ersten Gasaufnahme

- 5 (T_{ind}) bzw. die Zeit bis zum Anstieg des Drehmomentes (T_{agg}) benutzt. Lange Induktionszeiten bzw. Agglomerationszeiten weisen auf eine Wirkung als kinetischer Inhibitor hin. Das im Autoklaven gemessene Drehmoment dient dagegen als Größe für die Agglomeration der Hydratkristalle. Der gemessene Druckverlust (Δp) lässt einen direkten Schluss auf die Menge gebildeter Hydratkristalle zu. Bei einem guten
- 10 Antiagglomerat ist das Drehmoment, das sich nach Bildung von Gashydraten aufbaut, gegenüber dem Blindwert deutlich verringert. Im Idealfall bilden sich schneeartige, feine Hydratkristalle in der Kondensatphase, die sich nicht zusammenlagern und somit nicht zum Verstopfen der zum Gastransport und zur Gasförderung dienenden Installationen führen.

15

Testergebnisse

Zusammensetzung des verwendeten Erdgases:

- 20 Gas 1: Methan 79,3 %, Ethan 10,8 %, Propan 4,8 %, Butan 1,9 %, Kohlendioxid 1,4 %, Stickstoff 1,8 %. Unterkühlung unter die Gleichgewichtstemperatur der Hydratbildung bei 50 bar: 12 °C.

- 25 Gas 2: Methan 92,1 %, Ethan 3,5 %, Propan 0,8 %, Butan 0,7 %, Kohlendioxid 0,6 %, Stickstoff 2,3 %. Unterkühlung unter die Gleichgewichtstemperatur der Hydratbildung bei 50 bar: 7°C, Unterkühlung bei 100 bar: 12 °C.

- 30 Um die Wirkung als Agglomeratinhibitoren zu prüfen, wurde im oben verwendeten Testautoklaven Wasser und Testbenzin vorgelegt (20 % des Volumens im Verhältnis 1:2) und bezogen auf die Wasserphase 5000 ppm des jeweiligen Additivs zugegeben. Bei einem Autoklavendruck von 90 bar unter Verwendung von Gas 1 und einer Rührgeschwindigkeit von 5000 U/min wurde die Temperatur von anfangs

17,5 °C innerhalb 2 Stunden auf 2 °C abgekühlt, dann 25 Stunden bei 2 °C gerührt und wieder aufgewärmt. Dabei wurde der Druckverlust durch die Hydratbildung und das dabei auftretende Drehmoment am Rührer gemessen, das ein Maß für die Agglomeration der Gashydrate ist.

5

Tabelle 1: (Test als Antiagglomerant)

Beispiel	Gashydrat-inhibitor	Druckverlust Δp (bar)	Temperaturanstieg ΔT (K)	Drehmoment M_{\max} (Ncm)
Blindwert	-	> 40	> 8	15,9
6	Quat aus Beispiel 2	20,8	1,4	2,1
7	Quat aus Beispiel 3	10,0	0,8	1,0
8	Quat aus Beispiel 4	9,4	0,5	0,4
Vergleich 1	TBAH	21,5	1,0	1,5
Vergleich 2	TBAH	15,0	1,0	1,2

Als Vergleichssubstanz wurden zwei kommerziell erhältliche Antiagglomerant-Inhibitoren auf Basis Tetrabutylammoniumbromid herangezogen.

10

Wie aus diesen Beispielen zu ersehen ist, waren die gemessenen Drehmomente im Vergleich zum Blindwert trotz heftiger Hydratbildung stark reduziert. Dies spricht für eine deutliche agglomeratinhibierende Wirkung der erfindungsgemäßen Produkte.

15

Um die Wirkung als Additive für kinetische Inhibitoren zu prüfen, wurde im oben verwendeten Testautoklaven 5000 ppm des jeweiligen Additivs bezogen auf die Wasserphase zugegeben und bei unterschiedlichen Drücken unter Verwendung der Gase 1 bzw. 2 abgekühlt. Nach Erreichen der Minimaltemperatur von 2 °C wurde die Zeit bis zur ersten Gasaufnahme (T_{ind}) aufgezeichnet. Der gemessene Druckverlust (Δp) und der Temperaturanstieg ΔT (K) erlaubt den direkten Schluss auf die Menge gebildeter Hydratkristalle.

20

Tabelle 2: (Test als kinetische Inhibitoren)

Beispiel	Inhibitor	Gas	Druck p (bar)	T _{ind}	Druckverlust Δp (bar)	Temperatur- anstieg ΔT (K)
Blindwert	-	1	50	0	> 40	> 1,5
Blindwert	-	2	100	0	> 40	> 1,5
9	Quat aus Beispiel 3	1	50	16 h	7,1	0,1
9	Quat aus Beispiel 3	2	100	< 5 min	9,2	0,2
10	Quat aus Beispiel 4	1	50	> 18 h	4,9	0,1
10	Quat aus Beispiel 4	2	100	< 5 min	5,5	0,2
Vergleich 3	PVCap	1	50	< 5 min	10	0,4
Vergleich 3	PVCap	2	100	< 5 min	6	0,1

Als Vergleichssubstanz wurde eine Lösung von Polyvinylcaprolactam (PVCap) in Butylglykol herangezogen, Molekulargewicht 5000 g/mol.

Wie aus den obigen Testresultaten zu erkennen ist, wirken die erfindungsgemäßen Produkte als synergistische Komponente von kinetische Hydratinhibitoren und zeigen eine deutliche Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik. Sie können daher zur Steigerung (Synergieeffekt) der Leistungsfähigkeit von Inhibitoren des Standes der Technik verwendet werden.

Die korrosionsinhibierenden Eigenschaften der erfindungsgemäßen Verbindungen wurden im Shell-Wheel-Test nachgewiesen. Coupons aus C-Stahl (DIN 1.1203 mit 15 cm² Oberfläche) wurden in eine Salzwasser/Petroleum-Mischung (9:1,5 %ige NaCl- Lösung mit Essigsäure auf pH 3,5 gestellt) eingetaucht und bei einer

Umlaufgeschwindigkeit von 40 rpm bei 70 °C 24 Stunden diesem Medium ausgesetzt. Die Dosierung des Inhibitors betrug 50 ppm einer 40 % Lösung des Inhibitors. Die Schutzwerte wurden aus der Massenabnahme der Coupons, bezogen auf einen Blindwert, berechnet.

5

Tabelle 3: (SHELL-Wheel-Test)

Beispiel	Korrosionsinhibitor	Schutz %
Vergleich		35-40
5	Quat aus Beispiel 1	87,6
6	Quat aus Beispiel 2	70,5
7	Quat aus Beispiel 3	41,6
8	Quat aus Beispiel 4	36,1

Die Produkte wurden außerdem im LPR- Test (Testbedingungen analog ASTM D 2776) geprüft.

10

Tabelle 4: (LPR- Test)

Beispiel	Korrosionsinhibitor	Schutz nach [%]		
		10 min	30 min	60 min
Vergleich		53,9	61,2	73,7
5	Quat aus Beispiel 1	58,8	74,5	81,0
6	Quat aus Beispiel 2	84,1	89,7	91,7

15 Als Vergleichssubstanz wurde bei beiden Test ein Rückstandsamin – Quat auf Basis Dicocosalkyl-dimethylammoniumchlorid (Korrosionsinhibitor des Standes der Technik) verwendet.

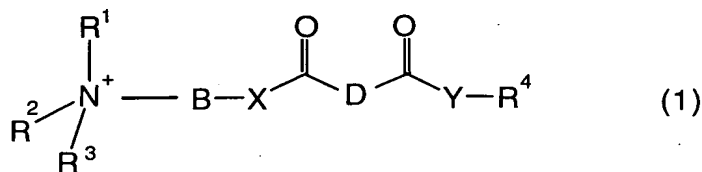
Wie aus den obigen Testresultaten zu erkennen ist, zeigen die erfindungsgemäßen Gashydratinhibitoren korrosionsinhibierende Eigenschaften und stellen somit eine deutliche Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik dar. Somit kann bei Verwendung der Verbindungen als Gashydratinhibitor gegebenenfalls auf eine

20

- zusätzliche Additivierung mit einem Korrosionsinhibitor verzichtet werden. Ein aufwendiges Formulieren unter Berücksichtigung der Verträglichkeit von Gashydratinhibitor und Korrosionsschutzkomponente kann für den Anwender entfallen.

Patentansprüche

1. Verwendung von Verbindungen der Formel (1)



5

worin

R^1, R^2 unabhängig voneinander C_1 - bis C_{22} -Alkyl, C_2 - bis C_{22} -Alkenyl, C_6 - bis C_{30} -Aryl- oder C_7 - bis C_{30} -Alkylaryl,



R^3 C_1 - bis C_{22} -Alkyl, C_2 - bis C_{22} -Alkenyl, C_6 - bis C_{30} -Aryl- oder C_7 - bis C_{30} -Alkylaryl, $-\text{CHR}^5-\text{COO}^-$ oder $-\text{O}^-$,

R^4 M, Wasserstoff oder einen gegebenenfalls Heteroatome enthaltenden organischen Rest mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen,

B eine gegebenenfalls substituierte C_1 - bis C_{30} -Alkylengruppe,

15

D einen gegebenenfalls Heteroatome enthaltenden organischen Rest mit 1 bis 600 Kohlenstoffatomen,

X, Y unabhängig voneinander O oder NR^6 ,

R^5, R^6 unabhängig voneinander Wasserstoff, C_1 - bis C_{22} -Alkyl, C_2 - bis C_{22} -Alkenyl, C_6 - bis C_{30} -Aryl- oder C_7 - bis C_{30} -Alkylaryl, und

20

M ein Kation



bedeuten, als Gashydratinhibitoren.

2. Verwendung nach Anspruch 1, wobei B Hydroxylgruppen enthält.

25

3. Verwendung nach Anspruch 1 und/oder 2, wobei B für eine C_2 - bis C_4 -Alkylengruppe steht.

4. Verwendung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, wobei R^1 und

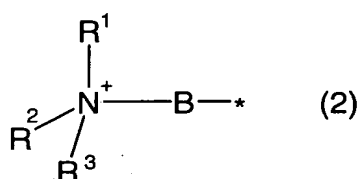
30

R^2 unabhängig voneinander für eine Alkyl- oder Alkenylgruppe von 2 bis 14 Kohlenstoffatomen stehen.

5. Verwendung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, wobei R^3 für eine Alkyl- oder Alkenylgruppe mit 1 bis 12 Kohlenstoffatomen steht.

5 6. Verwendung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, wobei R^5 und R^6 für Wasserstoff stehen.

7. Verwendung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, wobei R^4 für einen Rest der Formel (2) steht



10

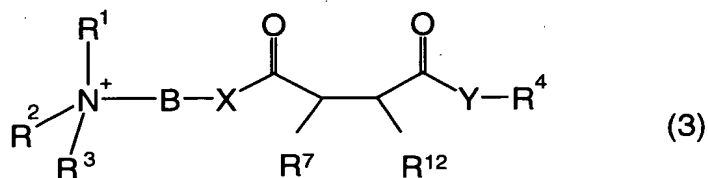
worin R^1 , R^2 , R^3 und B die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben.

8. Verwendung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 wobei D eine C_2 - bis C_{50} -Alkyl- oder C_2 - bis C_{50} -Alkenyl-Gruppe ist.

15

9. Verwendung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, wobei D von substituierten Bernsteinsäurederivaten mit 10 bis 100 Kohlenstoffatomen abgeleitet ist.

20 10. Verwendung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, wobei D für einen Rest der Formel (3) steht



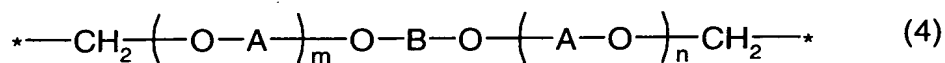
worin

25 R^7 und R^{12} entweder Wasserstoff oder einen C_2 - bis C_{100} -Alkyl- oder C_2 - bis C_{100} -

- Alkenyl-Rest, der als Oligomer von C₂- bis C₈-Alkenen erhältlich ist und geradkettig oder verzweigt sein kann, bedeuten, mit der Maßgabe, dass genau einer der Reste R⁷ und R¹² für Wasserstoff steht, und R¹, R², R³, R⁴, X, Y und B die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen aufweisen.

5

11. Verwendung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, wobei D für einen Rest der Formel (4) steht



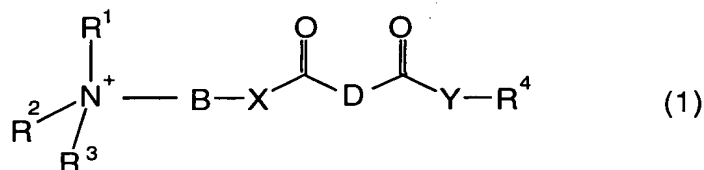
worin A für eine C₂- bis C₄-Alkylengruppe, die geradkettig oder verzweigt sein kann steht, m und n unabhängig voneinander eine Zahl zwischen 0 und 30 bedeuten und B die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat.

Zusammenfassung

Gashydratinhibitoren mit verbesserter Wasserlöslichkeit und erhöhter biologischer Abbaubarkeit

5

Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung von Verbindungen der Formel (1)



10 worin

R^1, R^2 unabhängig voneinander C_1 - bis C_{22} -Alkyl, C_2 - bis C_{22} -Alkenyl, C_6 - bis C_{30} -Aryl- oder C_7 - bis C_{30} -Alkylaryl,

R^3 C_1 - bis C_{22} -Alkyl, C_2 - bis C_{22} -Alkenyl, C_6 - bis C_{30} -Aryl- oder C_7 - bis C_{30} -Alkylaryl, $-\text{CHR}^5-\text{COO}^-$ oder $-\text{O}^-$,

15 R^4 M, Wasserstoff oder einen gegebenenfalls Heteroatome enthaltenden organischen Rest mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen,

B eine gegebenenfalls substituierte C_1 - bis C_{30} -Alkylengruppe,

D einen gegebenenfalls Heteroatome enthaltenden organischen Rest mit 1 bis 600 Kohlenstoffatomen,

20 X, Y unabhängig voneinander O oder NR^6 ,

R^5, R^6 unabhängig voneinander Wasserstoff, C_1 - bis C_{22} -Alkyl, C_2 - bis C_{22} -Alkenyl, C_6 - bis C_{30} -Aryl- oder C_7 - bis C_{30} -Alkylaryl, und

M ein Kation

25 bedeuten, als Gashydratinhibitoren.